

PCI/JP 2004/015960

21.10.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同様であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年10月27日

REC'D 11 NOV 2004

出 願 番 号
Application Number:

WIPO	PCT
------	-----

[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 3 6 5 8 5 8]

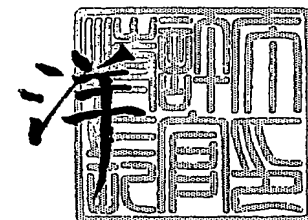
出 願 人 株式会社ソニー・ディスクテクノロジー

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 6 5 6 8 2

【書類名】 特許願
【整理番号】 0390743601
【提出日】 平成15年10月27日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 G01N 21/88
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 株式会社ソニー・ディス
 クテクノロジー内
 【氏名】 野島 和久
【特許出願人】
 【識別番号】 594064529
 【氏名又は名称】 株式会社ソニー・ディスクテクノロジー
【代理人】
 【識別番号】 100082762
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 杉浦 正知
 【電話番号】 03-3980-0339
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 043812
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0206454

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

ライン状平行光を受光して第 1 のライン状平行光と第 2 のライン状平行光に分光し、前記第 1 のライン状平行光を検査対象の表面に対し垂直に照射するよう配置される少なくとも 1 つのスプリッタと、

前記第 1 のライン状平行光が前記検査対象で反射する第 1 の反射光を受光する第 1 のカメラと、

前記第 2 のライン状平行光を前記検査対象の表面に斜めに照射するよう配置される少なくとも 1 つのミラーと、

前記第 2 のライン状平行光が前記検査対象で反射する第 2 の反射光を受光する第 2 のカメラとを有することを特徴とする外観検査装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の外観検査装置において、

前記スプリッタに受光される前記ライン状平行光は、光源からの光を受光する第 1 のレンズによって生成されることを特徴とする外観検査装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の外観検査装置において、

さらに、前記第 1 のカメラが前記第 1 の反射光を受光する前に、前記第 1 の反射光を受光する第 2 のレンズを有し、

前記第 1 のカメラは第 3 のレンズを含み、

前記第 2 のレンズと前記第 3 のレンズがテレセントリックレンズを構成することを特徴とする外観検査装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の外観検査装置において、

さらに、前記第 2 のカメラが前記第 2 の反射光を受光する前に、前記第 2 の反射光を受光する第 4 のレンズを有し、

前記第 2 のカメラは第 5 のレンズを含み、

前記第 4 のレンズと前記第 5 のレンズがテレセントリックレンズを構成することを特徴とする外観検査装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の外観検査装置において、

さらに、前記第 2 のカメラが前記第 2 の反射光を受光する前に、前記第 2 の反射光の一部を遮断するアパーチャを有することを特徴とする外観検査装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の外観検査装置において、

前記スプリッタが 1 つであり、

前記スプリッタで反射した光が前記第 1 のライン状平行光であり、前記スプリッタを透過した光が前記第 2 のライン状平行光であることを特徴とする外観検査装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の外観検査装置において、

前記スプリッタが、第 1 のスプリッタおよび第 2 のスプリッタの 2 つであり、

前記第 1 のスプリッタで反射した光が第 2 のスプリッタで受光され、前記第 1 のスプリッタを透過した光が前記第 2 のライン状平行光であり、

前記第 2 のスプリッタで反射した光が前記第 1 のライン状平行光であることを特徴とする外観検査装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の外観検査装置において、

前記検査対象が光ディスクであり、

前記第 1 のライン状平行光と前記第 2 のライン状平行光が、前記光ディスクの半径方向の 1 ラインにそれぞれ照射され、

前記第 1 のカメラおよび前記第 2 のカメラが、それぞれラインセンサで構成されることを特徴とする外観検査装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の外観検査装置において、

さらに、前記光ディスクを回転させるディスク駆動手段を有し、

前記第 1 のカメラが、受光した前記第 1 の反射光を撮影し、前記第 2 のカメラが、受光した前記第 2 の反射光を撮影した後に、前記ディスク駆動手段が、前記光ディスクの隣のラインに前記第 1 のライン状平行光と前記第 2 のライン状平行光が照射されるよう前記光ディスクを回転させることを特徴とする外観検査装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の外観検査装置において、

前記検査対象がテープ状の記録媒体であり、

前記第 1 のライン状平行光と前記第 2 のライン状平行光が、前記記録媒体の長手方向に垂直な 1 ラインにそれぞれ照射され、

前記第 1 のカメラおよび前記第 2 のカメラが、それぞれラインセンサで構成されることを特徴とする外観検査装置。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の外観検査装置において、

さらに、前記記録媒体を送出する送出手段を有し、

前記第 1 のカメラが、受光した前記第 1 の反射光を撮影し、前記第 2 のカメラが、受光した前記第 2 の反射光を撮影した後に、前記送出手段が、前記記録媒体の隣のラインに前記第 1 のライン状平行光と前記第 2 のライン状平行光が照射されるよう前記記録媒体を移動させることを特徴とする外観検査装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】外観検査装置

【技術分野】

【0001】

この発明は、光ディスクの表面または内部の欠陥を検査する外観検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、CD (Compact Disc) やDVD (Digital Versatile Disc) 等の光ディスクが一般に普及してきており、各メーカにとっては、こうした光ディスクの品質管理を適切かつ効率的に行うことが重要である。このような品質管理の一つとして、製造された光ディスクの外観の微細な欠陥について検査を行う外観検査がある。各メーカーは、基本的に全ての光ディスクについて、このような外観検査を行っている。

【0003】

光ディスクの微細欠陥は、例えば、DVDでは、記録ピットの成形、スパッタリング、張り合わせ等の様々な製造工程において発生しうる。また、こうした欠陥にも様々なものがあり、例えば、情報読み取り面（ディスク表面）ではダストや接着剤の跳ね等があり、反射面（ディスク内部）では、微細隆起（バンプ）、オイル成分、泡等の問題がある。

【0004】

外観検査を実施するための外観検査装置は、高分解能CCD (Charge Coupled Device) カメラを利用したものが一般的となっている。この外観検査装置は、ライン状の光を検査対象の光ディスクの半径方向に（光ディスクの斜め方向から）照射し、その反射光の光量をラインCCDで検出することによって、光ディスクの1ライン分の撮影を行う。その後、光ディスクを僅かに回転させ、同様の処理を行う。これらの処理を光ディスク1回転分について繰り返すことによって、光ディスク全体の撮影を行い、全体の外観検査を実施することができる。欠陥のある部分の光の反射率は、正常な部分の反射率より低い（又は、高い）ため、撮影で暗く（又は、明るく）映った部分に欠陥が生じていることが分かる。

【0005】

この外観検査装置は、最近開発が盛んで、大容量、高密度のBlu-rayディスク（BLU-RAY Disc（登録商標））にも適用することが可能である。ここで、図5を参照して、Blu-rayディスクの外観検査を行う従来の外観検査装置の構成について説明する。

【0006】

図5に示した外観検査装置は、光源101、レンズ102、105、ミラー103、104、108、ビーム・スプリッタ（スプリッタ）106、アパーチャ109、第1カメラ107、第2カメラ110を備える。

【0007】

光源101は、例えば、ハロゲンランプや赤色LED (Light Emitting Diode) 等から構成される。光源101からの光は、レンズ102を通過することによってライン状のほぼ平行な光に集光され、ミラー103を介してBlu-rayディスク100の半径方向の1ラインに照射される。

【0008】

反射光は、ミラー104で方向を変え、レンズ105に入射する。ここで、Blu-rayディスク100への光の入射角および反射角はそれぞれ、例えば、 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ である。また、ミラーは、一般的には、光線の光軸を折り曲げる働きをする平面鏡である（以下、ミラーについて同じ）。レンズ105を通過した光はビーム・スプリッタ106に進み、そこで、第1カメラ107に向かう光と、ミラー108に向かう光に分光される。第1カメラ107に向かったライン状の光は、第1カメラ107のラインCCDによって受光され、それぞれ光量が検出される。

【0009】

一方、ミラー108に進んだライン状の光は、アパーチャ109を介して第2カメラ110で受光される。第1カメラ107および第2カメラ110では、欠陥のある部分が相対的に暗く（又は、明るく）写る。欠陥のある部分からの反射光は、吸収、又は、乱反射等によって光量が小さくなるためである。第1カメラ107および第2カメラ110によって撮影されたイメージは、デジタル処理され、各ピクセル毎の光量データとして把握される。コンピュータは、これらのデータに基づいて、欠陥部分（すなわち、暗い（又は、明るい）部分）のサイズや形状を判定する。

【0010】

ここで、従来の外観検査装置の各部にどの程度の照度の光が到達しているかを、光源101からの光を基準に考えてみる。ディスクの反射率の影響も受けるが、以降、ディスクの反射率を100%と仮定して照度を説明する。光源101、レンズ102を介した光はレンズ105に到達するが、そこまでの光は、光源101の光のほぼ100%の照度である。その光は、ビーム・スプリッタ106でそれぞれ1/2に分光されるので、第1カメラ107には光源101の光のほぼ50%の照度の光が入射する。ミラー108に進んだ光は、アパーチャ109で半分が遮断されるため、第2カメラ110に、光源101の光のほぼ25%の照度で入射する。

【0011】

Blurayディスク100の1ラインについて撮影が終了したら、ステッピング・モータ（不図示）等によって、Blurayディスク100を僅かに回転させ、次の1ラインの撮影を行う。図6には、Blurayディスク100に照射されるライン状の光（ライン）が示されており、Blurayディスク100の回転とともに隣接するラインに移動する。ライン状の光は、基本的に、Blurayディスク100の検査領域（データエリア）120に照射される。このように、Blurayディスク100が1回転するまで照射と検出（撮影）が繰り返される。この結果、第1カメラ107および第2カメラ110が検出した光量に基づいて生成される画像は、それぞれBlurayディスク100の全体を表すものとなる。

【0012】

アパーチャ109と第2カメラ110は、主として光ディスクの凹凸を検出する機能を有する。一方、第1カメラ107は、光ディスク表面や反射面に含まれるダスト等の検出を行う。ここで、アパーチャ109と第2カメラ110によって凹凸を検知する方法について、図7および図8を参照して説明する。

【0013】

図7Aないし図8Bは、凹凸126のある光ディスク125の表面を1ラインずつラインCCD129によって読み取る一連の動作を表している。また、図8Cは、上記一連の読み取り動作が完了した後には得られた画像であり、各ラインは、図7Aないし図8Bに示されたそれぞれのラインに対応している。

【0014】

光ディスクの凹凸は、例えば、張り合わせの際に泡を挟み込むことによって生じたり、ゴミ等の混入に起因する隆起（バンプ）によって発生する。図7Aでは、光ディスク125のスキャンが凹凸126に差し掛かる直前の状態を示している。反射光128は、光ディスク125の平坦部に反射してラインCCD129に入射する。また、アパーチャ127は、入射光のほぼ半分を遮っている。なお、図7Bないし図8Bにそれぞれ示されている各構成要素は、図7Aに示すものと同様であるため、参照符号等は省略する。

【0015】

次に、スキャンが進行し、入射光が凹凸126の端部に差し掛かった状態となり、この状態が図7Bに示されている。ここで反射光128は、凹凸126の傾斜のために、図7Bに示すように、図7Aのような通常の反射角とは異なる角度で反射し、ラインCCD129に入射する。

【0016】

その後、スキャンは図7Cに示すような状態になる。ここでは、ちょうど凹凸126の

中央部に入射光が照射されており、その部分がほぼ平坦であるため、光ディスクからの反射光とほぼ平行な反射光となり、ライン CCD 129 に入射する。

【0017】

次に、入射光が凹凸 126 の他方の端部に差し掛かった状態となり、この状態が図 8 A に示されている。ここで反射光 128 は、凹凸 126 の傾斜のために、図 8 A に示すように、平坦な光ディスクにおける反射角より大きな反射角で反射する。その結果アパーチャ 127 に遮られて、反射光 128 は、ライン CCD 129 に入射しない。このように、反射光 128 がライン CCD 129 に入射しない状況は、図 7 C に示す状態の後、図 8 B に示す状態の直前まで続く。

【0018】

図 8 B に示す状態では、入射光が凹凸 126 を通過し、通常の反射角で反射することによって、反射光 128 がライン CCD 129 に入射されている。

【0019】

図 7 A から図 8 B に示す一連のスキャン動作が終わると、ライン CCD 129 に読み取られた光ディスク 125 の画像は、概略、図 8 C に示すようになる。すなわち、凹凸 126 の部分は、前半にスキャンされた部分は明るくなり、後半にスキャンされた部分は（アパーチャ 127 のために）暗くなる。このような画像により、光ディスク表面の凹凸の有無を容易に判断することが可能となる。

【0020】

次に、従来の外観検査装置の第 1 カメラ 107（ライン CCD）によって、ダスト等の欠陥を撮影する態様について説明する。図 9 は、従来の外観検査装置で 1 層構造の DVD を撮影する例を示す略線図である。1 層構造の DVD（例えば、DVD-5）では、基板（ディスク基板）の厚さが 0.6 mm であり、情報読み取り面 131 と反射面 130 の間隔も 0.6 mm となる。情報読み取り表面 131 は光ディスクの表面であり、反射面 130 はピット面である。2 層構造の DVD（例えば、DVD-9）では、1 枚の基板の厚さは 1 層構造と同じ 0.6 mm であり、2 枚の基板の間には厚さ 40～70 μm の中間層が配置される。

【0021】

図 9 は、1 層構造の DVD について示すものであるが、2 層構造の DVD についても同様に撮影がされる。第 1 層と第 2 層のピットは、焦点距離を調整することで読み分けることができる。従って、以降では、1 層構造の DVD についての態様を例示する。

【0022】

情報読み取り面 131 から入射したライン状の光は、反射面 130 で反射し、再び情報読み取り面 131 を通過してライン CCD 132 で検出される。ここで、反射面 130 に 100 μm の欠陥 133 が存在する場合を考えると、その欠陥部分からの反射光の光量は小さく、従って、ライン CCD 132 で検出される光量も小さくなる。その結果、ライン CCD 132 で撮影された画像イメージでは、その欠陥 133 に対応する部分が、暗い実像 134 として現れる。また、図中、ライン CCD 132 として表されている面は、反射光の投影されるライン CCD 132 上の面を表している。

【0023】

図 10 は、従来の外観検査装置で Blu-ray ディスクを検査した場合の一態様を示す略線図である。Blu-ray ディスクでは、基板の厚さが 0.1 mm であり（ディスク全体では 1.2 mm）、情報読み取り面 141 と反射面 140 の間隔も 0.1 mm ということになる。ここで、反射面 140 に 100 μm の欠陥 143 が存在する場合を考えると、その欠陥部分からの反射光の光量は小さく、従って、ライン CCD 142 で検出される光量も小さくなる。その結果、撮影される画像イメージでは、その欠陥 143 に対応する部分が、暗い実像 144 として現れる。

【0024】

図 11 は、従来の外観検査装置で Blu-ray ディスクを検査した場合の一態様を示す略線図である。Blu-ray ディスクでは、前述の通り、基板の厚さが約 0.1 mm

である。ここで、反射面 150 に $50\mu\text{m}$ の欠陥 153 が発生していると仮定すると、その欠陥部分からの反射光の光量は小さく、従って、ライン CCD で検出される光量も小さくなる。その結果、撮影された画像イメージでは、その欠陥 153 に対応する部分が、暗い実像 154 として現れる。

【0025】

また、特許文献 1 には、光ディスクに斜め方向からライン状の光を照射して、その光が光ディスクに反射する反射光と、光ディスクを透過する透過光をラインセンサによって検出し、光ディスクの欠陥を検査する方法・装置が記載されている。

【0026】

【特許文献 1】特開平 9-257720 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0027】

しかしながら、斜めの入射光を利用する Blu-ray ディスクの外観検査においては、Blu-ray ディスクの基板が約 0.1mm と薄く、情報読み取り面と反射面の間隔が小さいために、比較的大きなサイズの欠陥が情報読み取り面に発生した場合に、その欠陥を正確に把握することができないという問題がある。

【0028】

この問題点について、図 12 ないし図 15 を参照して説明する。図 12 は、従来の外観検査装置で 1 層構造の DVD を検査した場合の一態様を示す略線図である。前述の通り、DVD では、基板の厚さは約 0.6mm である。ここで、 $100\mu\text{m}$ の大きさの欠陥 163 が情報読み取り表面 161 に発生していると仮定する。そうすると、その欠陥 163 は、情報読み取り表面 161 で反射してライン CCD 162 に実像 164 が投影される。さらに、欠陥 163 による影 166 が反射面 160 にでき、それが反射してライン CCD 162 に虚像 165 が投影される。

【0029】

このように、欠陥 163 が情報読み取り表面に存在する場合は、ライン CCD 162 で 2 つの像（実像と虚像）が検出される。これは、光ディスクに対し斜めの入射角で光を照射しているためである。一方、図 9 に示すように、欠陥が反射面に存在する場合は、ライン CCD では 1 つの像、すなわち実像のみが検出される。従って、欠陥に対応する像がいくつ検出されたかによって、その欠陥が情報読み取り表面に存在するか、反射面に存在するかを判定することができる。また、実像 164 と虚像 165 が比較的大きな間隔をもってライン CCD 上に投影されるのは、基板の厚さが約 0.6mm と比較的に厚いことに起因している。

【0030】

情報読み取り表面 161 と反射面 160 の間に欠陥が生じる場合もあるが、その場合には、ライン CCD 162 上の実像 164 と虚像 165 の間隔が小さくなる。従って、この実像 164 と虚像 165 の間隔を計測することによって、その欠陥が反射面 160 からどのくらいの位置にあるのかを判定することができる。

【0031】

図 13 は、従来の外観検査装置で Blu-ray ディスクを検査した場合の別の態様を示す略線図である。前述の通り、Blu-ray ディスクでは、基板の厚さは約 0.1mm である。ここで、 $50\mu\text{m}$ の欠陥 173 が情報読み取り表面 171 に発生していると仮定する。そうすると、入射光は情報読み取り表面 171 で反射してライン CCD 172 上に実像 174 が形成される。さらに、欠陥 173 による影 176 が反射面 170 にでき、それが反射してライン CCD 172 に虚像 175 が投影される。

【0032】

ここでは、図 12 に示す態様とは異なり、実像 174 と虚像 175 は比較的に近接した位置に現れる。これは、基板の厚さが、DVD と異なり約 0.1mm と薄いためである。

【0033】

次に、図14では、従来の外観検査装置でBlurayディスクを検査した場合のさらに別の態様を表す略線図が示されている。前述の通り、Blurayディスクでは、基板の厚さは約0.1mmである。ここでは、 $100\mu\text{m}$ の欠陥183が情報読み取り表面181に存在している。そうすると、その欠陥183は、情報読み取り表面181で反射してラインCCD182に実像184が投影される。さらに、欠陥183による影186が反射面180にでき、それが反射してラインCCD182に虚像185が投影される。

【0034】

この場合、ラインCCD182上に形成された実像184と虚像185は互いに接して一つの像を形成する。これは、光源が斜めに入射し、基板の厚さが約0.1mmと薄く、かつ欠陥183のサイズが大きいために生じる現象である。

【0035】

次に、図15を参照して、Blurayディスクの検査において、様々なサイズの欠陥がラインCCD上の像としてどのように把握されるかについて説明する。

【0036】

図15Aは、情報読み取り表面の欠陥190が $50\mu\text{m}$ である場合に、ラインCCD上の像として、欠陥190に対応する $50\mu\text{m}$ の実像191と、欠陥190に対応する $50\mu\text{m}$ の虚像192が形成され、この2つの像の間に所定の間隔が存在する状態を表している。これは、前述した図13の場合と同様である。実像191と虚像192の間にある空白のために、その後の処理では、これらの像を別個に、かつそれぞれの像を、欠陥のサイズと同じサイズとして把握することが可能である。

【0037】

図15Bは、情報読み取り表面の欠陥193が $100\mu\text{m}$ である場合に、ラインCCD上の像として、欠陥193に対応する $100\mu\text{m}$ の実像194と、欠陥193に対応する $100\mu\text{m}$ の虚像195が形成され、この2つの像が互いに接している状態を表している。これは、前述した図14の場合と同様である。実像194と虚像195が接しているために、これらの2つの像は連結され、 $200\mu\text{m}$ の大きさの1つの像として把握される。

【0038】

図15Cは、情報読み取り表面の欠陥196が $150\mu\text{m}$ である場合に、ラインCCD上の像として、欠陥196に対応する $150\mu\text{m}$ の実像197と、欠陥196に対応する $150\mu\text{m}$ の虚像198が形成され、この2つの像が互いに重複している状態を表している。実像197と虚像198の重複部分は $50\mu\text{m}$ である。この重複のために、これらの2つの像は、全体で1つの像として把握され、そのサイズは $250\mu\text{m}$ である。

【0039】

図15B、図15Cから分かるように、この例では、 $100\mu\text{m}$ 以上のサイズの欠陥が情報読み取り表面に発生した場合、虚像の存在によって、ラインCCDには、その欠陥のサイズ以上の像が形成され、1つの欠陥と認識される。従って、例えば、欠陥の許容サイズが $150\mu\text{m}$ までである場合、実際の欠陥のサイズが $100\mu\text{m}$ から $150\mu\text{m}$ の間であっても、従来の外観検査装置では、実像と虚像とを一体化して実際より大きく判断するため、最終的には不良品と判断されてしまう。このような誤った判断は、適切な品質管理を阻害し、最終的には製造コストを引き上げる結果にもなる。

【0040】

従って、この発明の目的は、Blurayディスク等の、薄い基板を有する光ディスクの情報読み取り面に、比較的大きな欠陥が発生している場合であっても、正確にその欠陥のサイズを把握することができる外観検査装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0041】

この発明は、ライン状平行光を受光して第1のライン状平行光と第2のライン状平行光に分光し、第1のライン状平行光を検査対象の表面に対し垂直に照射するよう配置される少なくとも1つのスプリッタと、第1のライン状平行光が検査対象で反射する第1の反射

光を受光する第1のカメラと、第2のライン状平行光を検査対象の表面に斜めに照射するよう配置される少なくとも1つのミラーと、第2のライン状平行光が検査対象で反射する第2の反射光を受光する第2のカメラとを有するよう構成された外観検査装置である。

【発明の効果】

【0042】

この発明によれば、従来、光ディスクの表面に対して斜めに入射されていた光に加えて、光ディスクの表面に対して垂直に入射される光が提供され、さらにそれぞれの反射光の光量がラインセンサによって検出されるため、Blu-rayディスク等の、薄い基板を有する光ディスクの情報読み取り面に、比較的大きな欠陥が発生している場合であっても、正確にその欠陥を把握することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0043】

この発明は、従来、検査対象の表面に斜めに入射する光に加え、垂直に入射する光も利用して欠陥を検出するものである。また、斜めに入射する光と垂直に入射する光を提供するために、光源からの光を最初にビーム・スプリッタによって分光する。これによって、2系統の光路を作り出し、従来の外観検査装置の問題点を解消している。

【0044】

最初に、この発明の第一の実施形態の外観検査装置1の構成について、図1を参照して説明する。外観検査装置1は、光源2、レンズ3、7、12、ビーム・スプリッタ4、10、ミラー5、6、アパーチャ8、第1カメラ13、第2カメラ9、およびディスク駆動装置16を備えている。(ディスク駆動装置は、下面に配置される場合も有る。)

【0045】

ここで、ビーム・スプリッタ4から、ビーム・スプリッタ10、Blu-rayディスク15を順に経由して進む光は、第1のライン状平行光に対応し、この光の反射光としてBlu-rayディスク15から、ビーム・スプリッタ10、レンズ12、第1カメラ13を順に経由して進む光は、第1の反射光に対応し、ビーム・スプリッタ4から、ミラー5、Blu-rayディスク15を順に経由して進む光は、第2のライン状平行光に対応し、この光の反射光としてBlu-rayディスク15、ミラー6、レンズ7、アパーチャ8、第2カメラ9を順に経由して進む光は、第2の反射光に対応する。

【0046】

また、ビーム・スプリッタ4は第1のスプリッタに対応し、ビーム・スプリッタ10は第2のスプリッタに対応し、ミラー5、6がミラーに対応する。

【0047】

光源2は、例えば、ハロゲンランプや赤色LED等の一般的な光源である。光源2から出た光は、一般に拡散するが、これをレンズ3でライン状の平行光とし、45°に傾けられたビーム・スプリッタ4に入射する。光源2からの光を平行光とする主な理由は、光を拡散させずに大きな照度を確保するためである。ここで、平行光は、ほぼ平行であれば良く、厳密な意味での平行光をさすものではない。

【0048】

ビーム・スプリッタ4に入射した光の50%は、反射してビーム・スプリッタ10に進み、残りの50%は、ミラー5に進む。ビーム・スプリッタ10に入射した光のうち半分は、反射してBlu-rayディスク15に対して垂直に入射し、残りは、例えば、乱反射防止のための光吸収暗幕シート11に入射し、吸収される。Blu-rayディスク15から反射した反射光は、今度はビーム・スプリッタ10を通過し、さらにレンズ12を通過して第1カメラ13に入り結像する。Blu-rayディスク15に照射される光の照度は、ビーム・スプリッタ4とビーム・スプリッタ10をそれぞれ1回経由するために、光源2の照度の25%となる。一方、第1カメラ13に入る光の照度は、ビーム・スプリッタ4を1回、ビーム・スプリッタ10を2回経由するために、光源2の照度の12.5%となる。

【0049】

また、レンズ12と、第1カメラ13に付属するレンズは、対となってテレセントリックレンズを構成する。レンズには、撮像できる範囲を角度で表した「画角」というものがあり、画角は、主光線が主軸となす角度を全角で表した値ということになる。従来のレンズ製品の場合、ある所定の画角を持っているため、異なる物空間距離にある（遠近の位置関係にある）被写体を撮像した場合に、レンズに近い距離に位置する被写体の方が、レンズに遠い距離に位置する被写体よりも大きく映るといった現象がおこる。このような現象は、正確な計測を行おうとする場合には好ましいものではない。

【0050】

テレセントリックレンズが従来のレンズと大きく異なるのは、この画角が 0° に限りなく近いことである。このようなレンズによって、被写体の遠近にかかわらず、その寸法や位置を正確に計測することができる。

【0051】

ビーム・スプリッタ4を通過した光（光源の照度の50%）は、ミラー5で反射して、Blue-rayディスク15に対して斜め方向から入射し、Blue-rayディスク15で反射した光はミラー6に入射する。ここでの入射角は、従来の外観検査装置と同様、 $30^\circ \sim 45^\circ$ 程度とすることができる。ミラー6に入射した光は、レンズ7を通過後、その半分がアパーチャ8で遮られ、第2カメラ9に入り結像する。従って、第2カメラ9には、光源2の照度の25%の光が入射している。また、ここでも、レンズ7と第2カメラ9に付属のレンズは、対となってテレセントリックレンズを構成する。

【0052】

Blue-rayディスク15の1ラインについて撮影が終了したら、ステッピング・モータ等から構成されるディスク駆動装置16によって、Blue-rayディスク15を僅かに回転させ、隣の1ラインにライン状の平行光が照射されるようにして撮影を行う。こうして、Blue-rayディスク15が1回転するまで照射と検出（撮影）が繰り返される。なお、上記Blue-rayディスク15の回転は、記録・再生時と同じ回転軸で行われる。

【0053】

上述した、この発明の構成により、第1カメラ13は、検査対象であるBlue-rayディスク15を垂直方向から撮影することができ、これによって、撮影された欠陥の像は常に実像のみで構成され、正しい欠陥のサイズを得ることができる。一方、第2カメラ9には、Blue-rayディスク15に対して斜めに入射された光の反射光が提供されるため、従来の外観検査装置と同様に、主として光ディスク表面の凹凸の検出に有効な撮影を行うことができる。

【0054】

ここで、Blue-rayディスク15を垂直方向から撮影することにより、実像のみが得られ、虚像が生じないようにする点を、図2および図3を参照して説明する。図2には、Blue-rayディスク15の情報読み取り表面21に $50\mu\text{m}$ の大きさの欠陥が存在する場合の例が示されている。光源2からの光は、ビーム・スプリッタ25で反射して、50%がBlue-rayディスク15に垂直に入射する。入射光は、情報読み取り表面21と反射面20でそれぞれ反射して、ビーム・スプリッタ25を通過してラインCCD22に入射し、その結果、欠陥23に対応する実像24がラインCCD22上に投影される。

【0055】

反射面20における欠陥23の影26は結局、情報読み取り表面21の反射による実像24と同じエリアに投影され、虚像が形成されることはない。このことは、図13で虚像175が形成されていたのとは対照的である。

【0056】

図3には、Blue-rayディスク15の情報読み取り表面31に $100\mu\text{m}$ の大きさの欠陥が存在する場合の例が示されている。光源2からの光は、ビーム・スプリッタ35で反射して、50%がBlue-rayディスク15に垂直に入射する。入射光は、情報読

み取り表面 31 と反射面 30 でそれぞれ反射して、ビーム・スプリッタ 35 を通過してライン CCD 32 に入射し、その結果、欠陥 33 に対応する実像 34 がライン CCD 32 上に投影される。

【0057】

この場合も、図 2 の場合と同様に、虚像が形成されることはない。このことは、図 14 で虚像 185 が形成されていたのとは対照的である。さらに、図 14 の場合は、この虚像 185 によって欠陥のサイズが誤って認識されていたが、この発明による上記実施形態では、そのような誤認のおそれはない。

【0058】

次に、この発明の第 1 の実施形態を改良した第 2 の実施形態の構成について、図 4 を参照して説明する。第 1 の実施形態においては、第 1 カメラ 13 への入射光が、光源 2 の 12.5% の照度であるため、S/N 比 (Signal-to-Noise Ratio) が悪化して欠陥の検出能力が低下する可能性がある。また、照度が低い場合には、第 1 カメラ 13 の露光時間を延ばす必要が生じ、その場合は全体の検査時間が長くなってしまう。

【0059】

第 2 の実施形態は、図 2 および図 3 に関連して説明した第 1 の実施形態の利点を有しつつ、これらの問題点を解消するものである。

【0060】

第 2 の実施形態に係る外観検査装置 51 は、光源 58、レンズ 54、59、61、ビーム・スプリッタ 60、ミラー 55、56、57、アパーチャ 53、第 1 カメラ 62、第 2 カメラ 52、およびディスク駆動装置 66 を備えている。

【0061】

ここで、ビーム・スプリッタ 60 から Blueray ディスク 65 に進む光は、第 1 のライン状平行光に対応し、この光の反射光として Blueray ディスク 65 から、ビーム・スプリッタ 60、レンズ 61、第 1 カメラ 62 を順に經由して進む光は、第 1 の反射光に対応し、ビーム・スプリッタ 60 から、ミラー 57、ミラー 56、Blueray ディスク 65 を順に經由して進む光は、第 2 のライン状平行光に対応し、この光の反射光として Blueray ディスク 65、ミラー 55、レンズ 54、アパーチャ 53、第 2 カメラ 52 を順に經由して進む光は、第 2 の反射光に対応する。また、ミラー 57、56 およびミラー 55 がミラーに対応する。

【0062】

光源 58 から、レンズ 59 を介してビーム・スプリッタ 60 に入射した光の 50% は、反射して Blueray ディスク 65 に垂直に入射し、残りの 50% は、ビーム・スプリッタ 60 を通過してミラー 57 に進む。

【0063】

ビーム・スプリッタ 60 からの光は Blueray ディスク 65 で垂直に反射し、その反射光は、今度はビーム・スプリッタ 60 を通過し、さらにレンズ 61 を通過して第 1 カメラ 62 に入り結像する。第 1 カメラ 62 に入射する光の照度は、ビーム・スプリッタ 60 を 2 回經由しているために、光源 58 の照度の 25% となり、第 1 の実施形態における 12.5% の 2 倍となっている。

【0064】

また、レンズ 61 と、第 1 カメラ 62 に付属するレンズは、対となってテレセントリックレンズを構成する。

【0065】

ビーム・スプリッタ 60 を通過してミラー 57 に進んだ光 (光源 58 の照度の 50%) は、ミラー 57、およびミラー 56 で反射して、Blueray ディスク 65 に対して斜め方向から入射し、Blueray ディスク 65 で反射した光はミラー 55 に入射する。ここで、Blueray ディスク 65 への入射角は、従来の外観検査装置と同様、30° ~ 45° 程度とすることができる。ミラー 55 に入射した光は、レンズ 54 を通過後、その半分がアパーチャ 53 で遮られ、第 2 カメラ 52 に入り結像する。ここでも、レンズ 5

4と第2カメラ52に付属のレンズは、対となってテレセントリックレンズを構成する。

【0066】

この構成では、第1カメラ62(13)に入射する照度を第1の実施形態より大きくすることができたが、従来の外観検査装置の第1カメラ107には光源101の照度の50%の光が提供されている。しかしながら、上記50%の光は、欠陥の撮影という観点からは十分余裕のあるレベルであり、第2の実施形態のように光源の25%の光が提供されていけば十分であると考えられる。さらに、第2の実施形態では、使用するビーム・スプリッタは1つであり、光吸収暗幕シートは不要である。

【0067】

Blurayディスク65の1ラインについて撮影が終了したら、ステッピング・モータ等から構成されるディスク駆動装置66によって、Blurayディスク65を僅かに回転させ、隣の1ラインにライン状の平行光が照射されるようにして撮影を行う。こうして、Blurayディスク65が1回転するまで照射と検出(撮影)が繰り返される。

【0068】

この発明の第1の実施形態および第2の実施形態の外観検査装置ともに、Blurayディスク15、65の表面に垂直に光を照射し、その反射光(これもBlurayディスク15、65の表面に垂直)を撮影しようとするものであるため、Blurayディスク15、65表面の照射ラインと、第1カメラ13、62を結ぶ線上には、必要なレンズ12、61、およびビーム・スプリッタ10、60以外を配置することは基本的にできない。光源2、58や第2カメラ9、52等は、そのような制限のなかで配置される。

【0069】

また、ビーム・スプリッタ60は、様々な反射/透過比(R/T比)のものがあり、これを取り替えることによって、(例えば、第1カメラ62および第2カメラ52の能力に応じて)第1カメラ62および第2カメラ52への光量の分配を調整することができる。

【0070】

なお、この例では、装置スペース削減の観点からミラー56およびミラー57を用いているが、部品点数を減らすために、この部分を1枚のミラーで構成することもできる。

【0071】

また、この発明の実施形態に関しては、Blurayディスクの外観検査を実施する外観検査装置について説明してきたが、従来通りCDやDVDの検査に用いることもでき、さらに他の光ディスクについて用いることも可能である。また、光ディスクのような円形のもののみならず、様々な形状の外観検査を行うことがかのうである。

【0072】

例えば、テープ状の記録媒体の外観検査にこの発明の外観検査装置を適用することもでき、その場合には、ディスク駆動装置16、66の代わりに、記録媒体を巻き取る巻き取りローラや、挟んで送り出す送り出しローラなどの送出手段を配置する必要がある。

【0073】

さらに、この発明の実施形態に関しては、光ディスクの撮像をラインCCDを用いて行っているが、他のラインセンサ(例えば、MOS(Metal Oxide Semiconductor)型撮像素子、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)センサー等)で実現することもできる。また、この発明では、ライン状の入射光に対する反射光を、その光の形態に合わせてラインCCDで撮影しているが、入射光の形態や撮影イメージの処理方法に関して整合性を保つことができれば二次元センサを利用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1】この発明の第1の実施形態に係る外観検査装置の構成を示す略線図である。

【図2】この発明の第1の実施形態に係る外観検査装置によって欠陥を検査する場合の一態様を示す略線図である。

【図3】この発明の第1の実施形態に係る外観検査装置によって欠陥を検査する場合

の別の態様を示す略線図である。

【図 4】 この発明の第 2 の実施形態に係る外観検査装置の構成を示す略線図である。

【図 5】 従来の外観検査装置の構成を示す略線図である。

【図 6】 光ディスクと照射される光の関係を示す略線図である。

【図 7】 アパーチャを使用して凹凸の検出をするための一連の動作を示す略線図である。

【図 8】 アパーチャを使用して凹凸の検出をするための一連の動作を示す略線図である。

【図 9】 従来の外観検査装置によって欠陥を検査する場合の一態様を示す略線図である。

【図 10】 従来の外観検査装置によって欠陥を検査する場合の別の態様を示す略線図である。

【図 11】 従来の外観検査装置によって欠陥を検査する場合のさらに別の態様を示す略線図である。

【図 12】 従来の外観検査装置によって欠陥を検査する場合のさらに別の態様を示す略線図である。

【図 13】 従来の外観検査装置によって欠陥を検査する場合のさらに別の態様を示す略線図である。

【図 14】 従来の外観検査装置によって欠陥を検査する場合のさらに別の態様を示す略線図である。

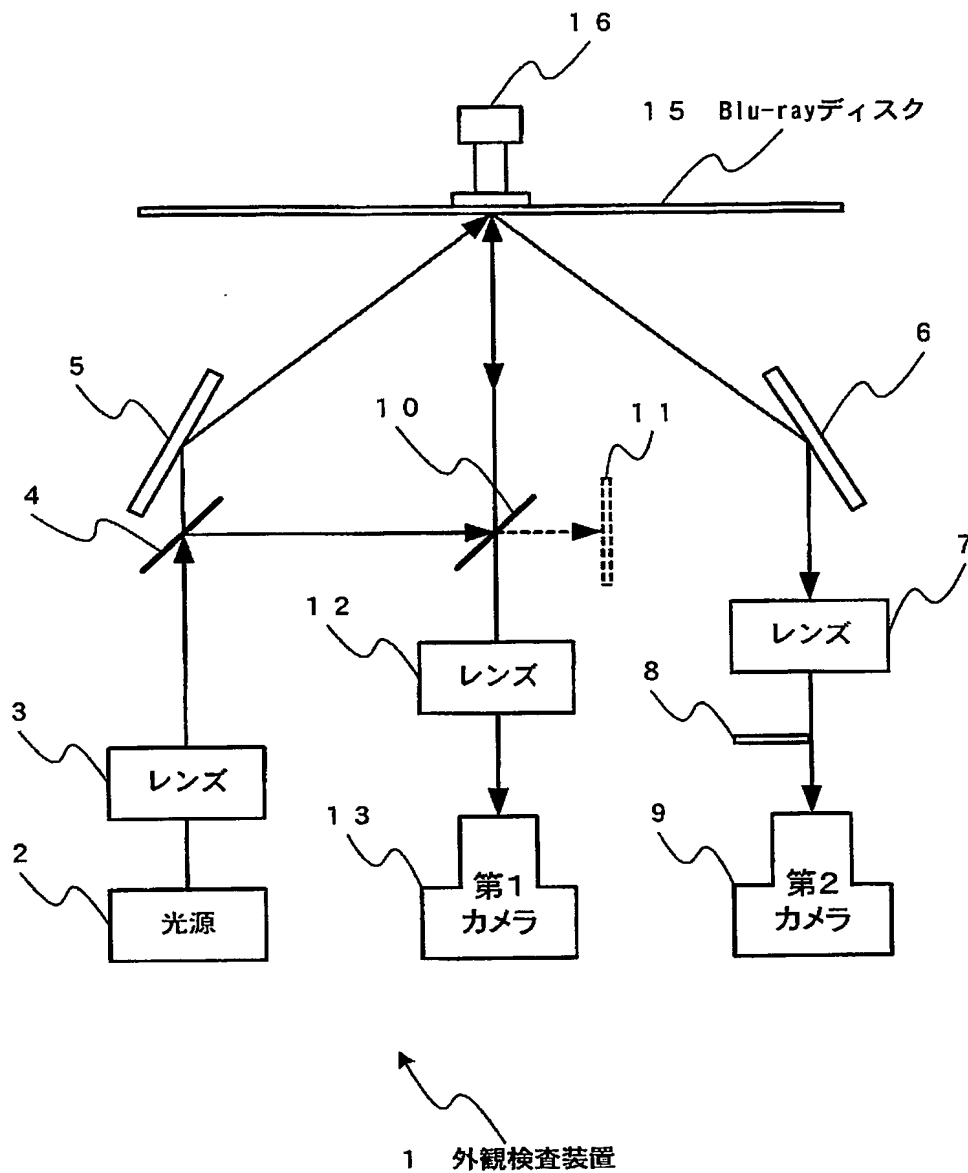
【図 15】 欠陥の大きさによって CCD 上の像がどのように形成されるかを示した略線図である。

【符号の説明】

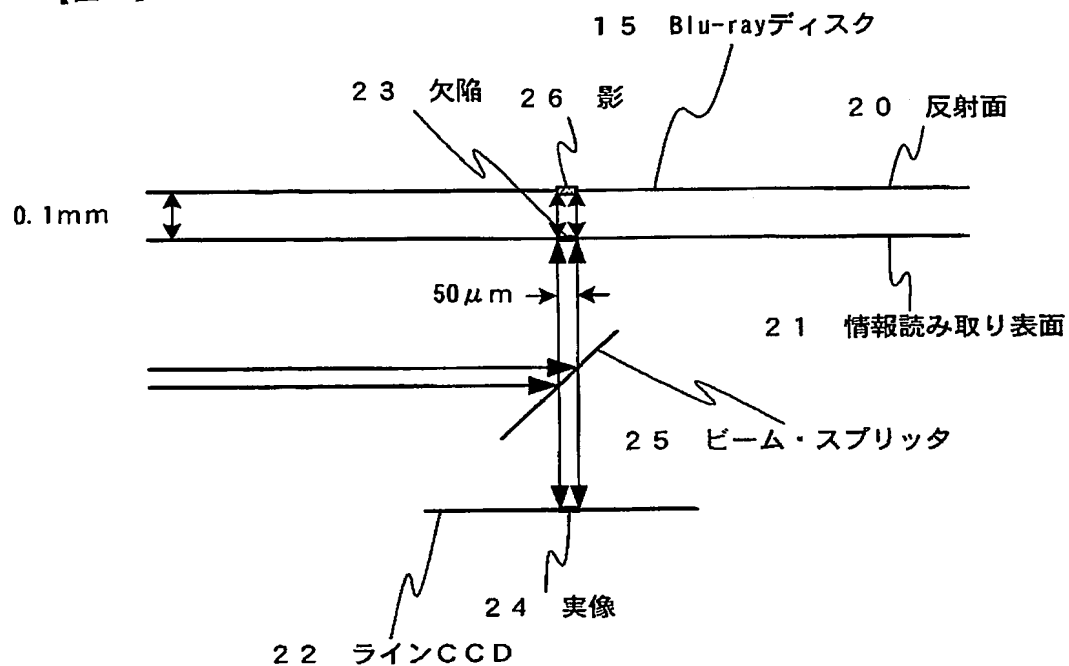
【0075】

1, 51・・・外観検査装置、2, 58・・・光源、3, 7, 12, 54, 59, 61・・・レンズ、9, 52・・・第2カメラ、13, 62・・・第1カメラ、5, 6, 55, 56, 57・・・ミラー、4, 10, 60・・・ビーム・スプリッタ、8, 53・・・アパーチャ

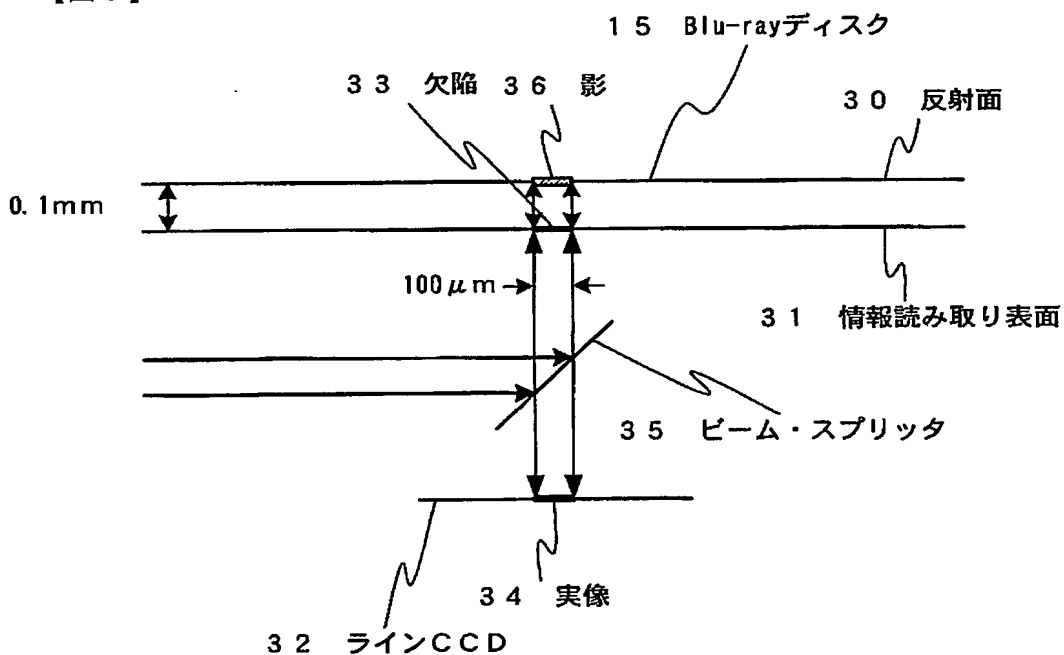
【書類名】図面
【図1】



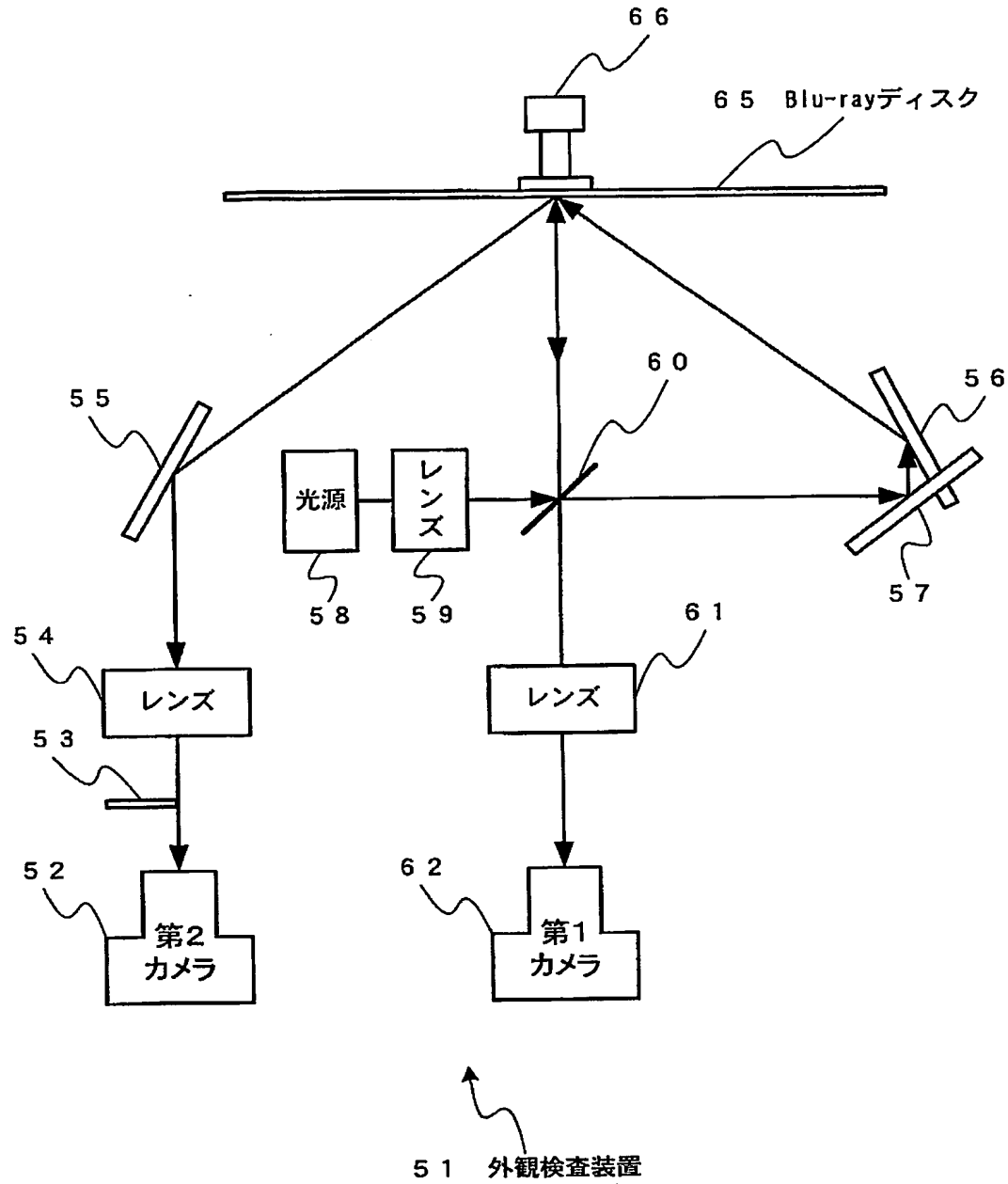
【図 2】



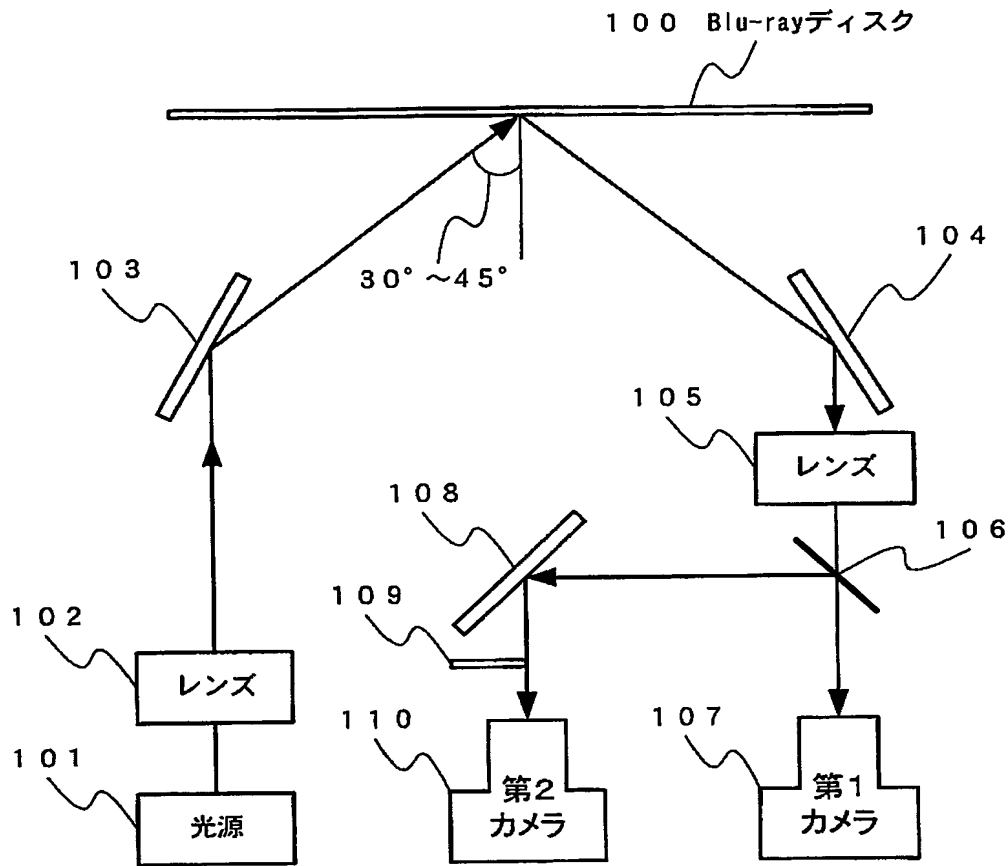
【図 3】



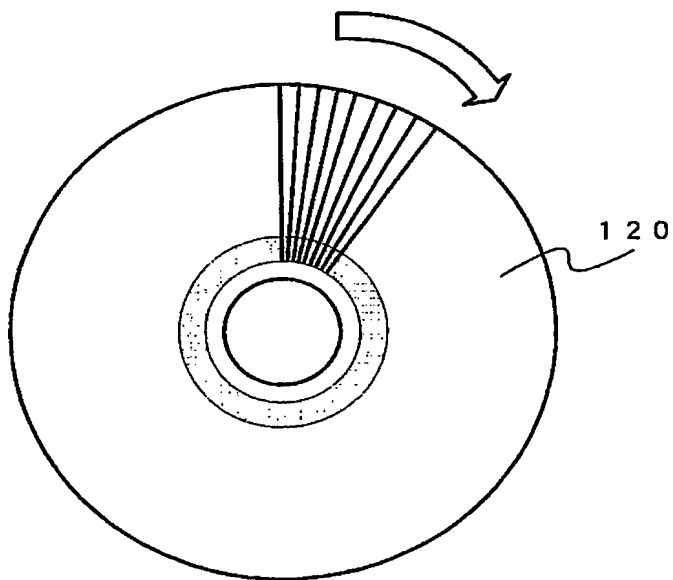
【図 4】



【図5】

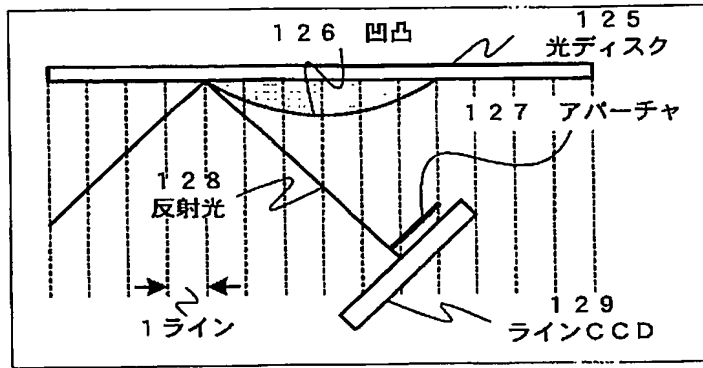


【図6】

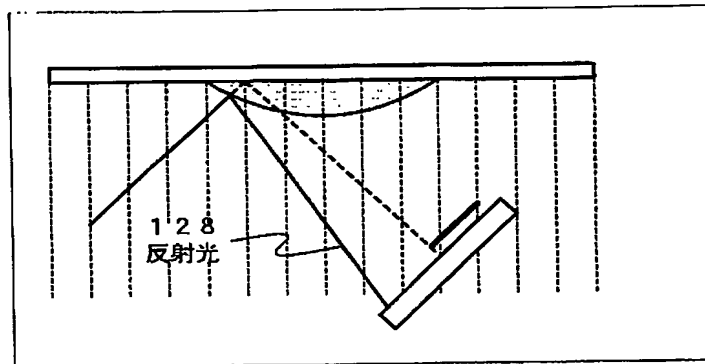


【図7】

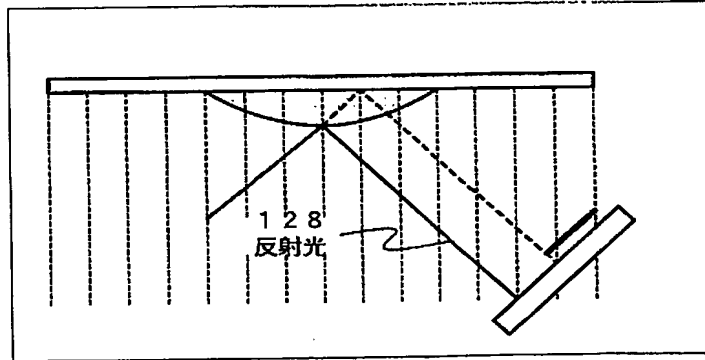
A



B

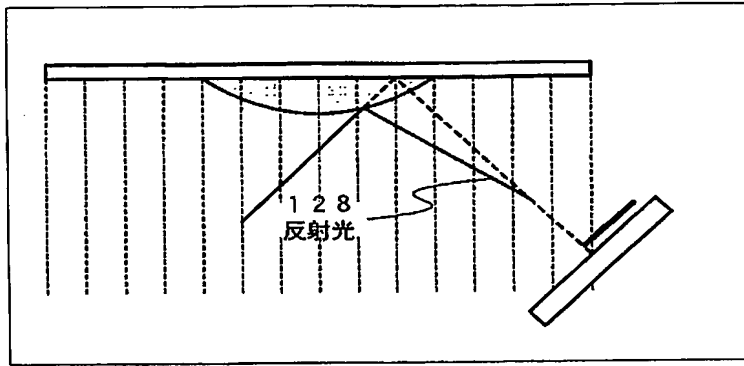


C

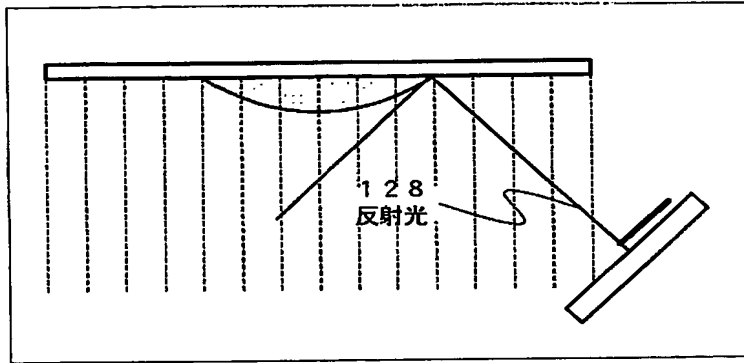


【図 8】

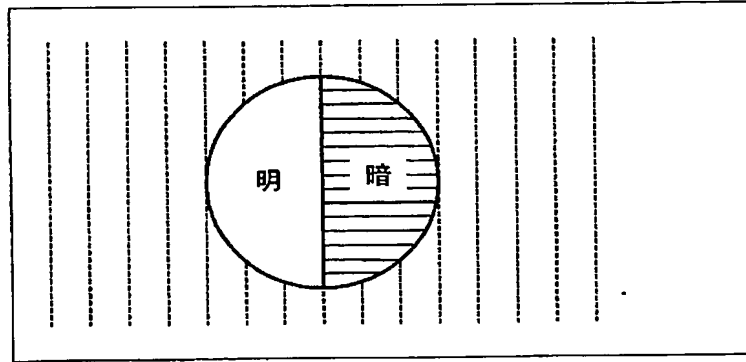
A



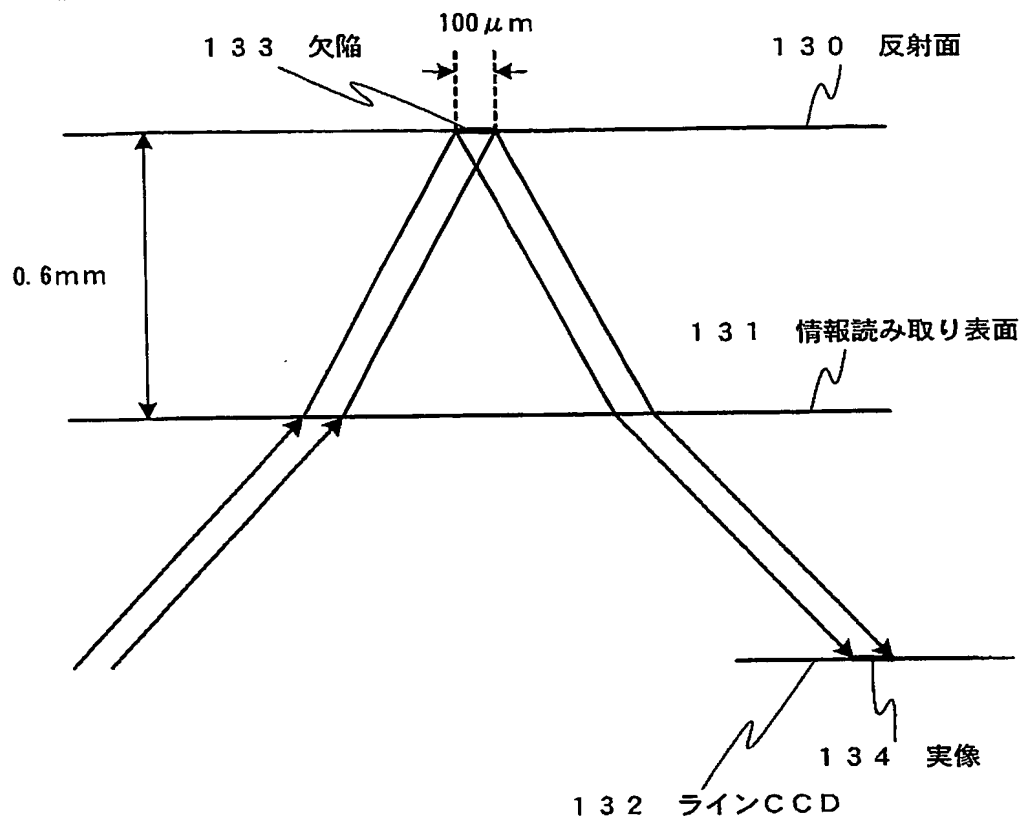
B



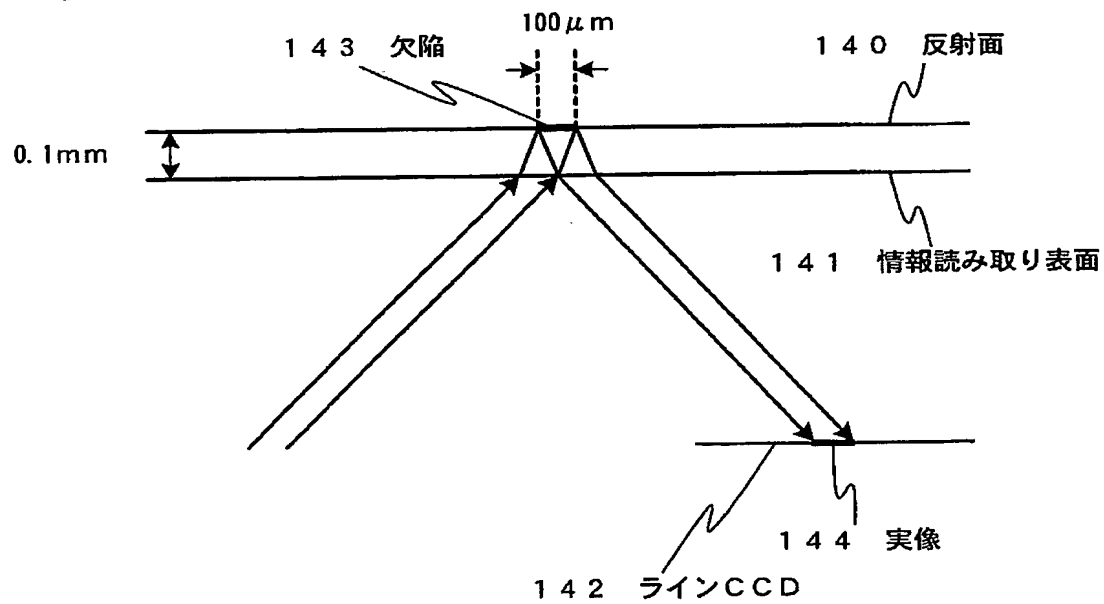
C



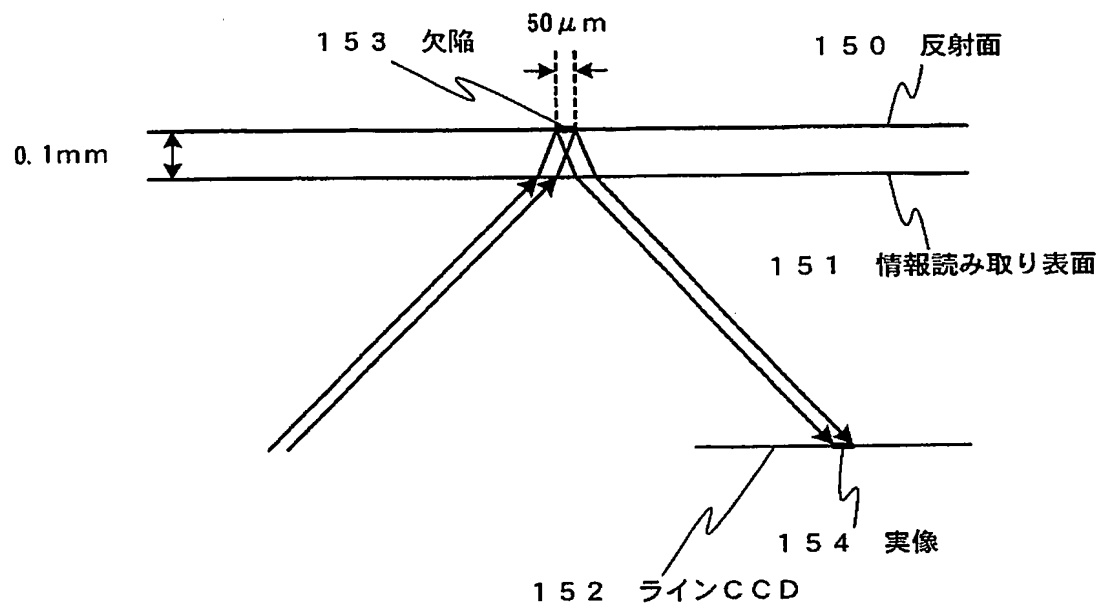
【図9】



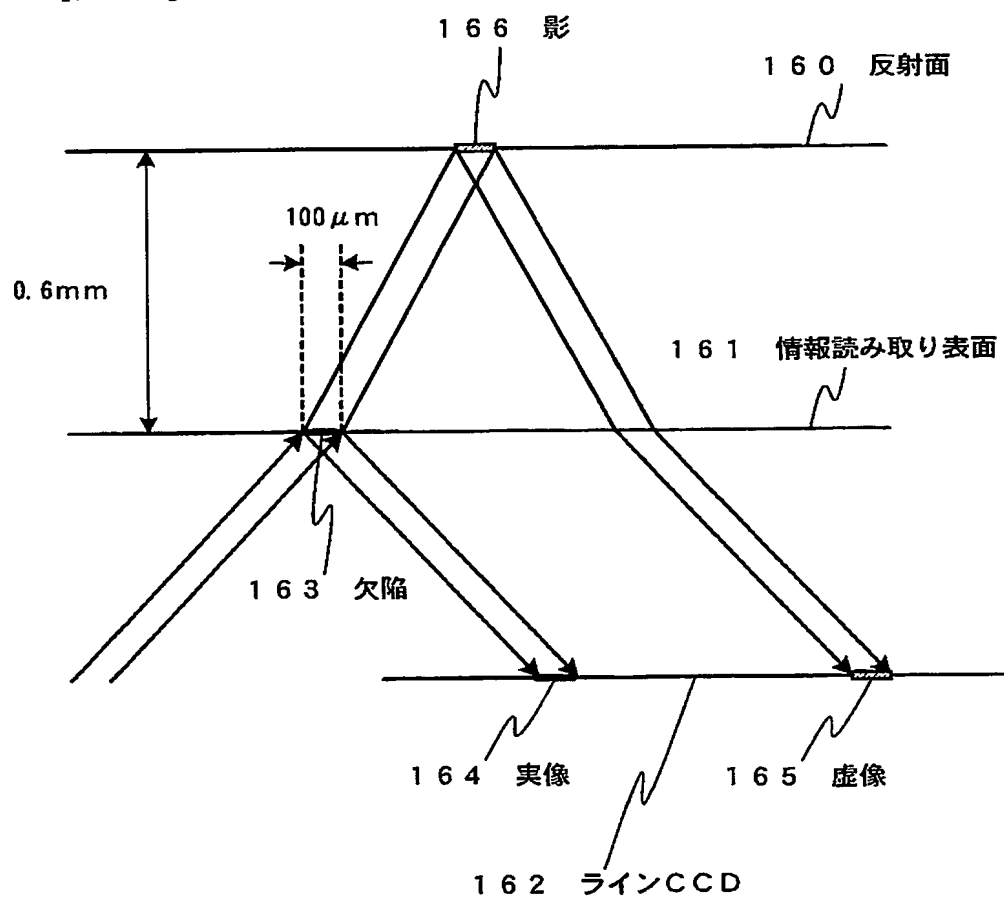
【図10】



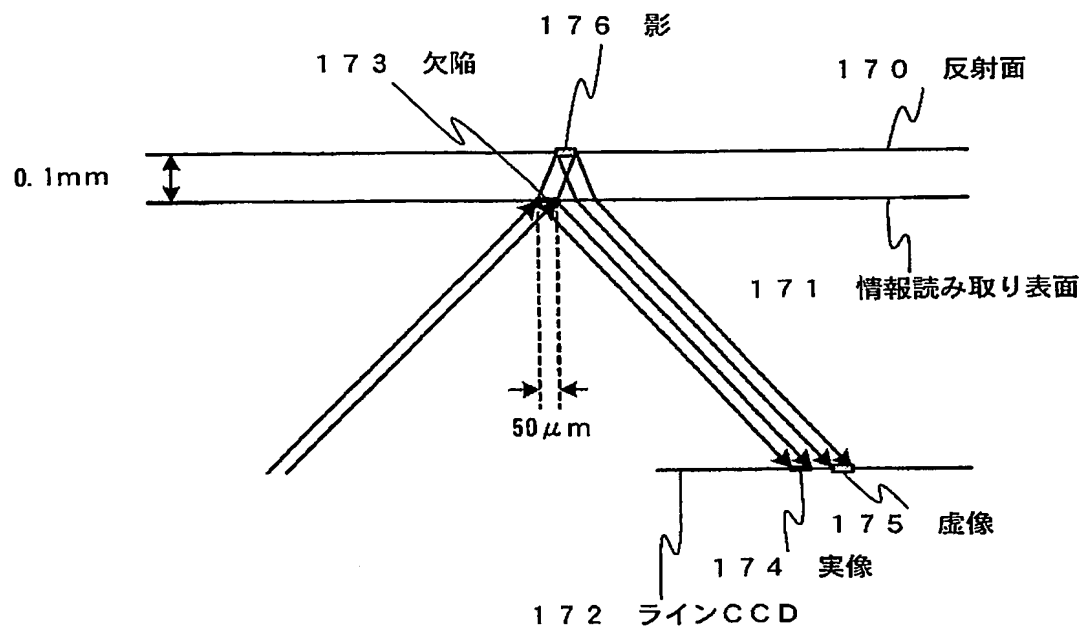
【図 11】



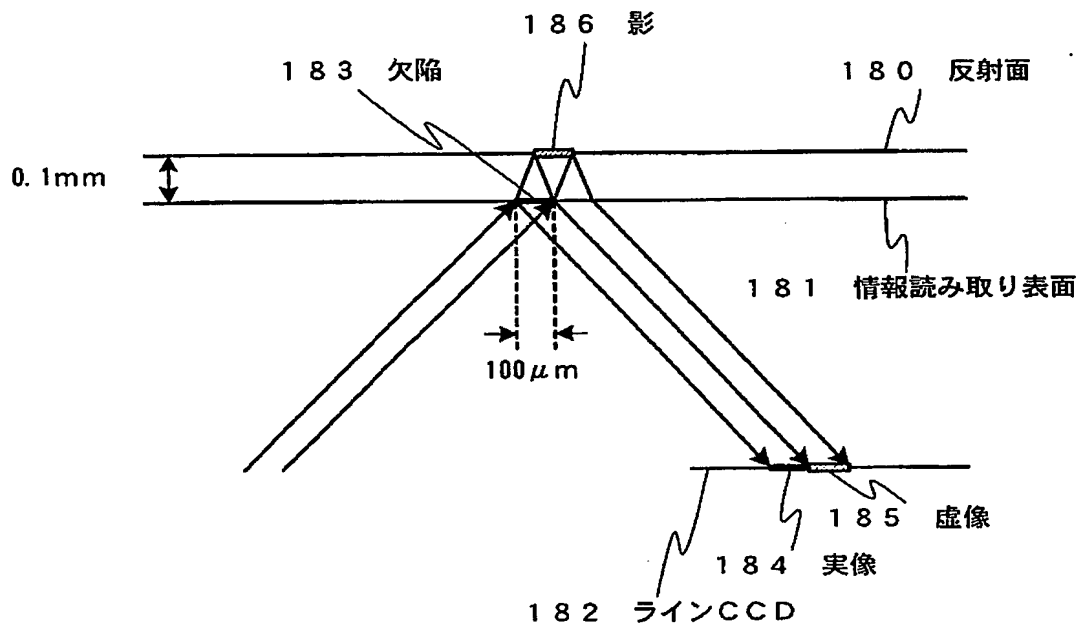
【図 12】



【図 13】



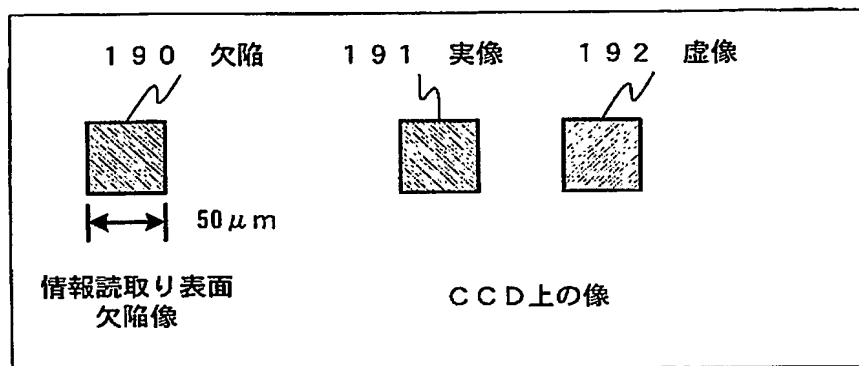
【図 14】



【図 15】

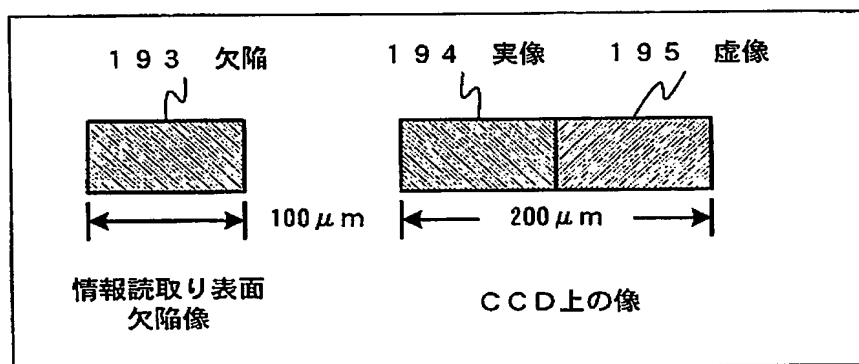
欠陥の大きさが $50\mu\text{m}$ の場合

A



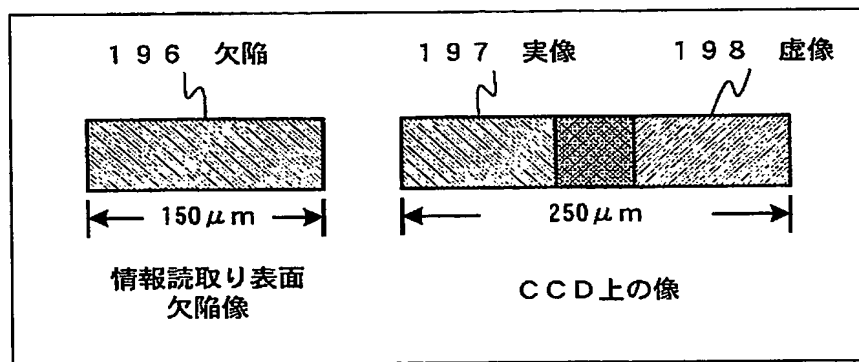
欠陥の大きさが $100\mu\text{m}$ の場合

B



欠陥の大きさが $150\mu\text{m}$ の場合

C



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 Blu-rayディスク等の、薄い基板を有する光ディスクの情報読み取り面に、比較的大きな欠陥が発生している場合であっても、正確にその欠陥のサイズを把握することができる外観検査装置を提供することにある。

【解決手段】 光源58は、レンズ59によりライン状の平行光に変換され、ビーム・スプリッタ60に入射される。ビーム・スプリッタ60は、入射光の半分を反射してBlu-rayディスク65の表面に垂直に入射させ、残りの半分を透過させてBlu-rayディスク65の表面に斜めに入射させる。Blu-rayディスク65の表面に垂直に入射された光の反射光の光量は第1カメラ62で検出される。この入射光、反射光はともにBlu-rayディスク65の表面に対して垂直であるため、表面に大きな欠陥が生じても第1カメラ62の撮影において虚像が発生せず、正確な欠陥サイズの検知が可能となる。

【選択図】 図4

特願 2 0 0 3 - 3 6 5 8 5 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 9 4 0 6 4 5 2 9]

1. 変更年月日	1 9 9 8 年 1 2 月 1 1 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都品川区北品川 6 - 7 - 3 5
氏 名	株式会社ソニー・ディスクテクノロジー